

## 技術トレンド調査シートまとめ（土木分野）について

## 1. 分類・整理について

- ・大分類，中分類は，以下の表のように分類・整理した。なお，分類・整理した結果，件数が少なかった場合，該当なしとした。

No.	大分類（構造，部材レベル）	中分類（用途，対策）
1	上部構造（橋梁）	設計
2	上部構造（床版）	SBHS・新素材
3	下部構造（橋脚）	ICT
4	基礎（鋼管杭）	振動
5	基礎（鋼矢板）	接合
6	基礎（鋼構造加工建材）	腐食
7	基礎（防食）	疲労
8	材料	補修・補強
9	その他	災害
10		耐震
11		支持力
12		新構造・新工法
13		省力化
14		環境
15		性能評価
16		劣化診断
17		地下
18		防災
19		長寿命化
20		測定評価
		架替・交換（該当なし）
		診断・調査（該当なし）

## 2. データの収集について

- ・土木学会全国大会概要集（2010，2015，2020年の3年間分）
- ・土木研究所，国土技術政策総合研究所（以下，土研・国総研）ほか（概ね過去10年間：2010～2120年）
- ・学協会・個社（概ね過去10年間：2010～2120年）

## 3. まとめの方針について

- ・土木学会全国大会の3年間分を上記の表にしたがって，分類整理し，トレンドになっていると判断されるテーマについて，検討内容等を箇条書きで示している。
- ・土研・国総研，学協会，個社については，それらに関連するテーマ，あるいはトレンドとして重要と考えられるテーマについて，取り上げ記述している。

以上

技術トレンド調査結果の概要

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	個社	
設計	斜張橋, 吊橋, 多径間, 低塔	・多径間斜張橋, 吊橋の設計荷重に対する構造特性, 座屈耐荷力が検討された。 ・低塔斜張橋の検討が行われ, 実構造物への適用性が確認された。					
	連続合成桁, 中間支点上	・中間支点上の負曲げ領域における合理的な設計法の確立に向けた検討が行われた。					
	連成座屈	・鋼橋に用いる圧縮部材(無補剛・補剛箱形断面)を対象に連成座屈に関する解析的, 実験的な検討が行われた。			・鉄連公募「実橋箱断面圧縮部材の耐荷重特性評価と基準耐荷力曲線の改訂に関する開発研究」(2011) ・鉄連公募「大型試験体による箱型鋼長柱の残留応力測定および測定した残留応力に基づく耐荷力曲線の検討」(2011)		
	一定せん断流パネル解析, 隅角部	・一定せん断流パネル解析による隅角部の応力評価法が開発され, 耐震設計への適用性が検討された。				・解析手法は, 弾性解析に限定され, FEM解析との利用形態の棲み分け等が課題。	
	リダンダンシー解析	トラス橋, 少数主桁橋, ランガー橋, 引張部材を対象に, リダンダンシー解析が行われた。	落橋等の重大事故を防止するための調査・診断技術に関する研究(2011-2015)				
ICT	情報化施工, トータルステーション				・駒井ハルテック技報Vol.4 2014 鋼上部工への情報化施工の適用について 十九洲高架橋への試行 トータルステーションを活用した出来形管理技術を鋼橋上部工に適用し, これを活用して品質や安全性の向上, および施工の合理化に向けて取り組む。 トータルステーションの機器の持つ性能を最大限活用した出来形管理技術および現場応用技術を含むシステムの開発と実工事での試行を実施。	・工場仮組立から現場まで一貫した本システムによる計測により, 出来形精度を向上させた。 ・現場計測地点でのリアルタイムな設計値と計測結果の比較による架設精度の確認と調整作業の反映, 発注者への出来形状況の説明などが可能となった。 ・300m程度の橋長であれば, 器械の移動を市内で計測可能。	
振動	損傷同定, 低周波音	・振動モードから橋梁・構造物の損傷同定の可能性が検討された。 ・交通振動シミュレーションにより, 低周波音の発生メカニズムが検討された。				・損傷同定: 実構造物への適用性, 実用化等が課題。 ・低周波騒音: 対策後の効果の検証への適用性等が課題。	
腐食	金属溶射	・鋼橋の塗り替え塗装に金属溶射を使用した場合の防食効果の検証(2010)			・橋建協 事業報告 技術委員会 制作小委員会(2020.4) AlMg溶射+フッ素塗装の耐用年数に関する検討	継続調査による耐久性の確認	
	耐候性鋼	・耐候性鋼材の飛来塩分量や部位の違い, 長期間などが保護性さび生成にどう影響を与えるかについて, 実橋調査, 暴露試験, センサー, シミュレーションなどによって検証を実施している(2010) ・耐候性鋼を採用した橋梁に対し, 濡れ時間や飛来塩分量が耐久性にどのように影響したかを推定するような事項が実施されている(2015) ・耐候性鋼を採用した実橋の地形データを使った飛来塩分予測や, さび性状評価や素地調整の影響などの検討が実施されている(2020)			・鉄連学助成研究: 公募研究(2011) 耐候性鋼橋梁の断面部位別の腐食減耗量の推定に関する研究 ・鉄連学助成研究: 公募研究(2011-2012) 耐候性橋梁の保護性さび形成と環境因子のモニタリング ・鉄連学助成研究: 公募研究(2011) 日本における飛来塩分量の数値予測法の開発	・JFE技報(2014) 風洞実験による飛来塩分付着評価と橋梁断面部位別腐食予測 補修方法の検討はまだ少ない ・JFE技報(2014) 粒子付着実験手法が橋梁断面周りの一次付着塩分布を予測する手法として有効であることを確認	
	桁端部 残存耐荷力	・桁端などの腐食が橋梁全体の耐荷力にどのように影響するかを検討を実施(2010) ・桁端部の腐食による補修に着目し, 当て板補修時のすべり係数や耐荷性能評価のためのFEM解析などが実施されている(2020)	道路橋桁端部における腐食対策に関する研究(2011-2015)		・鉄連学助成研究: 公募研究(2013-2014) 腐食損傷の生じた鋼トラス橋部材の残存耐荷性能評価手法に関する開発研究 ・鉄連学助成研究: 公募研究(2013-2014) 腐食高力ボルト継手の実用的な残存軸力評価に関する研究	・土研報告書 実橋にて鋼桁端部でジャッキアップを伴わない応急的な当て板補強の適用性および補強効果が得られることを確認	
腐食環境調査 実橋調査	・実橋やワッペン試験片から, 腐食生成物の量から構造物の腐食促進状況をシミュレーションする(2010)	道路橋における目視困難な重要構造部位を対象とした点検技術に関する研究(2008-2011)		・鉄連学助成研究: 公募研究(2017) 道路面から飛散した凍結防止剤の鋼橋主桁表面への付着抑制法に関する研究 ・鉄連学助成研究: 公募研究(2012-2013) 鋼橋梁の3次元構造を考慮した観測と数値実験に基づく局部腐食環境の解明 ・鉄連学助成研究: 公募研究(2016-2017) 凍結防止剤の散布地域での無塗装鋼材の適用性の検討	・土研報告書 超音波探傷法の提案マニュアル化 超音波伝搬数値シミュレーションによる整理汎用計測技術の適用上の課題を整理		

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	会社	
上部構造 (橋梁)		ロングライフ塗装用鋼板 Ni系高耐候性鋼材 塗装用耐食鋼	<ul style="list-style-type: none"> <li>耐食性を高めるためにロングライフ塗装用鋼板や結露、ケレン性に着目した報告がなされている(2015)</li> <li>耐塩分性を向上させたニッケル系高耐候性鋼材の暴露試験や現状での成分調査が実施されている(2010)</li> <li>ニッケル系高耐候性鋼や塗装用耐食鋼によるワッペン式暴露試験による腐食予測の報告がなされている(2020)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄連学助成研究:公募研究(2015) 結露水の流下による洗浄効果を踏まえた鋼橋に付着する塩分量の評価</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日鉄技報(2014) 高塩化物環境下における3%ニッケル高耐候性鋼の長期追跡調査とリスクマネジメント技術</li> <li>日鉄技報(2014) 塗装周期延長耐食鋼(CORSPACE®)の開発と実用化</li> <li>神鋼技報(2015) インフラ鋼材の耐食性評価解析技術</li> <li>神鋼技報(2015) ロングライフ塗装用鋼板(エコビューTM)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>日鉄技報(2014) ①3%ニッケル高耐候性鋼の腐食減耗量は0.17 mm/100年と推定</li> <li>②維持管理技術を整理</li> <li>日鉄技報(2014) 高飛来塩化物環境の腐食機構検討 塗装疵部の耐食性と塗装塗替周期を延長化可能な厚板を開発</li> <li>神鋼技報(2015) さび評価や人工合成さび実験によるアプローチ、中性子線による鋼材内部腐食の可視化を実用化</li> <li>神鋼技報(2015) 実橋における10年暴露試験結果から普通鋼に比べ優れた耐食性を確認。 今後さらなる長期耐食性データ採取や異なる環境での調査を積み上げ</li> </ul>
		犠牲陽極	<ul style="list-style-type: none"> <li>犠牲陽極材を保水性繊維シートと組み合わせて有用性を高めた形での実証事例が報告されている(2010)</li> </ul>				
	疲労	疲労亀裂 KMリフト工法 鋼床版	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼橋の疲労き裂の対処策として、IGR処理やストップホール、当て板補強を実施し、その有効性を試験体による疲労試験やFEMで確認している。面外ガセット継手を対象としていることが多い(2015)</li> <li>鋼橋の疲労き裂の対処策として、ストップホール、当て板補強を実施し、その有効性をFEMで確認している(2020)</li> </ul>			<ul style="list-style-type: none"> <li>川田技報Vol.39 2020 KMリフト工法による疲労亀裂抑制対策 鋼床版デッキプレートと垂直補剛材上端との溶接部で生じる溶接き裂に対し、簡便かつ特別な使用機材を用いない新たな当て板によるリフトアップ工法として、KMリフト工法の開発を実施した 施工試験、静的試験、疲労試験を実施</li> <li>神鋼技報(2015) 疲労き裂の進展抑制による鋼構造物の延命化技術</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川田技報Vol.39 2020 応力低減効果と疲労き裂の進展抑制効果、および各効果の持続性について、実用に値する評価が得られたものと考えられる。今後は実際に生じている疲労き裂部位への適用を推進させ実証での評価を進めるとともに他の疲労き裂部位への応用を求め研究開発をすすめる。</li> <li>神鋼技報(2015) 実構造物での施工と効果検証を積み増しながら老朽化した鋼構造物の保全技術として展開する。</li> </ul>
			疲労損傷 鋼桁橋	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設I桁橋の応力性状の推定による疲労照査が、実橋を対象に実施されている(2020)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>既設鋼道路橋における疲労損傷の調査・診断・対策技術に関する研究(2011-2013)</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄連学助成研究:公募研究(2017) 古い年代に建設された既設鋼道路橋の疲労耐久性の実態把握と実用的耐久性評価手法の検討</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川田技報Vol.37 2018 首都高速3号渋谷線の鋼I桁橋の疲労き裂の主な種類と補修・補強方法の紹介 上ウエブギャップ板の部材取替 垂直補剛材の溶接補修・部材取替・切断 下ウエブギャップ板の溶接部切断・当て板補強 下横構ガセットのストップホール+スリット+当て板補強</li> </ul>
		鋼床版 現場溶接方法 載荷試験 FEM解析	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼床版のUリブ根部や横リブスリット部、横リブ交差部に対し、その対処方法の検討、モニタリング、シミュレーションを実験やFEM解析などのアプローチにより実施している(2010)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄連学助成研究:公募研究(2016) 縦方向溶接継手の疲労強度に関する確率的検討</li> <li>鉄連学助成研究:公募研究(2016) 疲労損傷を受けた鋼構造部材の溶接による再生技術に関する研究</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川田技報Vol.37 2018 鋼床版デッキプレートの疲労耐久性向上のためデッキ板厚を12mmから16mmに増厚する通達が行われているが、この4mmの増厚が溶接施工性を大幅に悪化させており、その改良法について紹介する。板厚16mmの場合従来工法では4~5パス施工となっていたが、これを1パス施工可能とするF-SAW法を開発し、その溶接施工試験や実工事の現場溶接へ適用した。</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>川田技報Vol.37 2018 F-SAW法の適用により16mmのデッキプレートでも、工数・工期・設備コストの全てにおいて大幅な低減を可能とした。</li> </ul>
		鋼床版 舗装材料	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼床版の疲労対策としてSFRCやゴムラテックスを舗装に使うことにより耐久性の向上を図っている(2010)</li> </ul>				
		鋼床版 き裂検知	<ul style="list-style-type: none"> <li>鋼床版の疲労亀裂を赤外線サーモグラフィによる非破壊検査によって検出することを目的とした検討が実施されている(2010)</li> <li>鋼橋の疲労き裂の検知方法として、画像処理や渦流探傷、赤外線サーモグラフィによる方法が、実橋を対象に実施されている。鋼床版や垂直補剛材上縁部が対象(2015)</li> <li>鋼橋の疲労き裂の検知方法として、フェーズドアレイ超音波探傷による方法が、実橋を対象に実施されている(2020)</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>鉄連学助成研究:公募研究(2017) 渦電流による応力変動計測を応用した鋼部材における亀裂検出手法に関する検討</li> </ul>		

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	個社	
		止端処理 低変態溶材 金属溶射	・溶接止端部に止端処理を施す方法(ICR, UIT, グラインダ, 金属溶射)に対し, その効果を検証するために, 試験体により試験を実施し, かつFEM解析によって検証をしている(2010) ・鋼橋の疲労耐久性を向上させるために, UITによる止端仕上げ, 低温変態溶材, 金属溶射による方法が試験体試験やFEMにて実施されている. 面外ガセット継手を対象としていることが多い(2015)			・神鋼技報(2015) 溶接継手疲労強度改善溶接施工法と溶接材料	・神鋼技報(2015) 新しいLTT溶接材料としてMn積極添加の検討を実施しその効果を確認. 従来のグラインダ処理以上の構造物長寿命化が期待.
		面外ガセット フレット化 構造変更	・面外ガセット継手における疲労損傷に対して, フレット化などの構造変更による対策について検討されている(2010) ・鋼橋の疲労耐久性を向上させるために, 縦リブサイズ変更による構造変更のアプローチが検討されている. また, 高速かつ安価な疲労試験を実施できる板曲げ疲労試験機の採用が増えている(2020)	鋼床版構造の耐久性向上に関する研究(2012-2015) 鋼道路橋の疲労設計法における信頼性向上に関する研究(2015-2018)	・鉄連学助成研究:公募研究(2017) 炭素繊維シートの真空含浸接着による溶接接合部の疲労強度向上に関する研究	・土研報告書 有限要素解析により閉断面縦リブと横リブ交差部の応力性状と疲労耐久性の向上を図るスリット形状を整理. ・土研報告書 ガセットの長さの影響や主応力の変化の有無が疲労強度等級に与える影響を確認した.	
		モニタリング	・疲労き裂のモニタリングについて, 圧電素子や振動発電, 応力聴診器などの手法に関する検討が行われている(2010)				
補修・補強		橋梁保全			・橋建協 事業報告 保全委員会(2020.4) 保全に関するi-Bridgeの検討	・IHI技報Vol.58 No.1(2018) 首都高速道路の維持修繕・保全工事が数多く継続的に実施されており, その一部の紹介している.	・損傷の内容と時代の要請とともにニーズが多様化し, それに伴い求められる技術が変わってきており, 対応すべき領域が広がっている.
		予防保全 BIM/CIM				・IHI社会基盤・海洋事業領域説明会(2019.5) 橋梁・トンネルを軸に安全・安心な社会インフラの実現にグローバルかつライフサイクルにわたり貢献する.	①計画・診断を含めた保全技術強化し, ライフサイクルでお客さまの価値を向上 ②あるべき工期と経済性を徹底追求するリーン&フレキシブルな体質の構築 ③最適な都市環境を実現する社会インフラ創り
		橋梁保全 海外橋梁				・横河ブリッジHD 第5次中計(2019.5) 1. 長期的な橋守り 2. 多角的な鋼構造エンジニアリング 3. 強固な経営基盤の構築	①保全事業の対応強化で新設と合わせた橋梁事業の維持拡大と最適化を図る ③トンネルセグメントに代表される土木鋼構造エンジニアリング事業を成長させる ④海外橋梁・アルミ製品・精密機器製造事業についてもそれぞれ拡大を図る
		リモートセンシング 鋼板接着工 法検査 レーザー差 動干渉法				・駒井ハルテック技報Vol.5 2015 リモートセンシングを用いた非破壊探傷法の研究(その2) 劣化した道路橋のコンクリート床版の鋼板接着工法部に対し, 損傷部位を遠隔で高速に検査できるレーザー探傷法の開発 ・模倣損傷試験体を作成し, レーザー計測およびハンマーによる打音法計測を行い解析値と比較した	・供用中の橋梁床版においてレーザー差動干渉法を用いた計測実験を実施し, 探傷が可能であることを把握している. ただし, 滞水などの損傷部への適用性や現場計測の適用性などの解決すべき課題は残されている. ・今後は, 各損傷状態の計測データの蓄積, 計測精度の向上, および装置のコンパクト化などを進める予定.
災害		津波, 破壊 力の推定, 破壊, 数値 解析	・津波を受ける鋼橋の再現実験が行われ, 破壊力の推定, 破壊形式が検討され, 数値シミュレーションによる評価が行われた.				・評価手法の一般化と設計法の構築等が課題.
		火災, 安全 係数, 材料 特性, 残存 耐力	・火災による鋼部材の再現実験が行われ, 火災による材料特性, 火災後の変形特性とその残存耐力が検討された.		・鉄連助成「火災を受けた鋼橋の健全性評価および補修後耐荷力に関する研究」(2015-2016) ・鉄連助成「火災を受けた橋梁用熱処理鋼材の材料特性調査および火災現場における材料特性の簡易評価法の提案」(2017)		
		応急組立橋			・橋建協 虹橋(2020.4) 昨今頻発する災害時に対応した応急組立橋の紹介.		
耐震		座屈拘束ブ レース	・様々な形式の座屈拘束ブレースが提案され, その適用性が実験的に検証された. ・実橋への適用に向けて, 座屈拘束ブレースの設置方法, 設置後の橋梁の耐震性能が検討された.			・川田技報Vol.38 2019 座屈拘束ブレースは, 耐震・制振ブレースとして使用するものであり, 2017年度は充填材の変更を目的として各種実験を実施した. ハイパーブレースの充填材変更に伴う性能確認および耐震用及び制振用の各ブレースにおける充填材の必要圧縮強度の確認実験を実施.	・充填材にコンクリートを使用した場合でも性能に差はない.
		座屈拘束ブ レース ハイパー ブレース				・川田技報Vol.39 2020 座屈拘束ブレースは, 耐震・制振ブレースとして使用するものであり, 製作工場の追加実験, 疲労性能及び強軸方向局部崩壊の検討結果について報告する. ・製作精度及び性能の確認 ・低歪振幅域疲労性能など	・精度よく製作でき, 耐震ブレースとしての十分な性能が得られた. ・実験結果より芯材端部形状毎の疲労曲線式を算出.

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	個社	
上部構造 (床版)	接合	合成床版、 ずれ止め	・UFC床版の接合方法、PCa合成床版の合理化継手構造、各種ずれ止めの耐力および疲労耐久性に関する検討が行われた。	構造の合理化・多様化に対応した鋼橋の部分係数設計法に関する研究(2014-2018)	・橋建協 事業報告 技術委員会 床版小委員会 (2020.4) ・合成床版の性能評価法の研究 ・合成床版の設計法に関する解析的研究	・川田技報Vol.39 2020 高強度スタッドボルトを用いた合成床版の合理化継手の開発	・川田技報Vol.39 2020 ・高力ボルトと同様にトルク法で張力管理できる。 ・導入軸力を110kN、設計軸力を110kNとしてすべり試験を行った結果、すべり係数が0.45を上回り、十分なすべり係数を確保することができた。 ・スタッドボルトを用いた摩擦接合継手は適用可能である。 今後の課題として、スタッド溶接による変形のモデル化およびスタッドボルト溶着部の材料特性を考慮したモデル化が挙げられる。
	補修・補強	合成床版	・既設合成床版の補修・補強工法として、上面増厚、SFRC、ゴムラテックスモルタル、鋼板、CFRP板が検討された。				・各種方法の選択方法、補修設計法の構築等が課題。
	補修・補強	Uリブ 鋼床版	・既設Uリブ鋼床版の補修・補強工法として、スタッドボルト・当て板、モルタル充填、SFRCが検討された。	鋼床版構造の耐久性向上に関する研究(2012-2015)			
下部構造 (橋脚)	腐食	ライニング 工法 鋼製橋脚				・川田技報Vol.39 2020 首都高速の高速1号羽田線の造り替えに伴い海中部に鋼製橋脚を設置することになるが、橋脚の飛沫・干満帯に高耐食性ステンレスライニングを採用した。このステンレスライニングの防食設計と施工方法について紹介する。 ステンレスライニングと鋼製橋脚の溶接部が異種金属接触状態となるため、上端は塗装、下端は根巻きコンクリートと防水塗装をそれぞれステンレスライニング溶接部にラップさせることで腐食因子が接触しない設計とした。 溶接はTIG溶接、品質確認試験は、発泡漏れ試験、浸透探傷試験、溶接外観検査を実施。	・十分な事前の施工試験を行ったこともあり、不具合はなく、良好な品質のライニング施工を実施できた。
	耐震	鋼製橋脚、 CFT柱、鋼管集成橋脚	・多軸方向載荷、コンクリート充填鋼管、継続時間、倒壊・転倒、高軸力の影響に関して検討が行われた。		・鉄連助成「鋼製橋脚における耐震性能照査のための地震時脆性破壊移行条件の解明」(2013)		
基礎 (鋼管杭)	耐震	動的解析 橋全体系 既設 津波(港湾) 高強度	・抑止杭による側方流動対策に関する研究や地震被災事例による重力式・矢板式岸壁の現行耐震設計法の検証のほか、既設岸壁や既設橋台の耐震補強に関する実験や解析的な検討の研究がなされている。 ・また新しい構造形式として杭基礎一体型鋼管集成橋脚の耐震性能評価に関する研究発表が積極的に実施されている。	・土研報告書「構造物基礎の新耐震設計体系の開発」(2008～2011) ・土研報告書「道路橋基礎の耐震性能評価手法の高度化に関する研究」(2012～2015) ・土研資料「地盤・基礎を含めた橋全体系の耐震性能評価技術及び耐震補強技術に関する研究」(2016～2021)	・鉄連公募「軟弱地盤に建設される港湾鋼構造物の耐震性評価に関する研究」(2011～2012) ・鉄連公募「鋼管矢板補強による防波堤基礎マウンドの洗掘防止効果」(2013～2014) ・鉄連公募「鋼材を用いた臨海部産業施設の強靱化に関する研究」(2014～2015) ・鉄連公募「鋼管杭基礎の地震時応力評価法の研究」(2015～2017) ・鉄連公募「激震時に地盤の液化に伴う高層建築物の高靱性鋼管杭の損傷予測法の提案と損傷抑制法の開発」(2015～2017)	・日鉄技報「大規模津波に備える粘り強い防波堤補強工法の開発」(2015) ・JFE技報「高耐力鋼管杭(引張強度570～590N/mm <sup>2</sup> 級)の構造性能」(2019)	・東日本大震災を契機に道路橋、港湾施設、建築基礎の耐震性の評価および補強技術に関する研究が積極的に実施され、各分野の基準や指針に研究成果が反映されている。
	支持力	大径 高支持力 開端杭 根固め			・鉄連公募「大径鋼管杭の杭先端における支持力発現メカニズムの検討」(2013) ・鉄連公募「開端杭の施工方法が先端閉塞効果に与える影響に関する研究」(2017) ・鉄連公募「東南アジア地域における杭基礎への鋼管杭導入に関する研究」(2017)	・日鉄技報「港湾施設向け低振動・高支持力杭工法(RSプラス®工法)の開発」(2015) ・JFE技報「建築基礎向け高支持力杭「コン剛パイル®工法」の開発」(2019)	・個社単位で高支持力ニーズに対応した杭工法の開発がなされている。 ・一方、打込み杭については大径杭の先端閉塞効果に関する研究が行われている。ばらつき影響などまだ未解明な課題が残されており今後継続検討が必要なテーマである。
	新構造 新工法	適用拡大 合理化			・鉄連公募「軟弱地盤における海上道路高架橋の全体系から評価した新しい合理的構造形式の提案」(2011) ・鉄連公募「集成橋脚・斜杭基礎を基本ユニットとしたモジュール構造の実用化研究」(2012～2015) ・鉄連公募「鋼コンクリート構造による施工性に優れた合理的な増し杭工法の開発および設計提案」(2017)	・日鉄技報「ジャイロプレス工法®の適用範囲拡大」(2015) ・日鉄技報「サットインパイル工法®(1柱1杭基礎)の開発と利用」(2016)	・新工法の検討が積極的に行われており実績が増えつつある。 ・ジャイロプレス工法:支持力データの蓄積 ・サットインパイル工法:限界状態設計法への移行、適用径拡大、国際認証取得が課題
	省力化	継手 急速施工				・日鉄技報「鋼管杭、鋼管矢板の機械式継手“ガチカムジョイント™”の開発」(2015) ・JFE技報「鋼管杭・鋼管矢板向け機械式継手 新「ハイメカネジ®」の開発」(2019)	・近年適用事例が増加傾向にある分野。 ・工期の大幅短縮が実現できる一方、コスト面では溶接継手に比べてまだ割高であり、さらなる改良改善が望まれる。

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	個社	
	環境	回転杭				・JFE技報「環境性能に優れた先端翼付き回転貫入鋼管杭「つばさ杭®」の支持力特性と施工性能」(2013)	・回転杭の支持力特性、斜杭適用など
	性能評価	既設健全性 残存耐力	・土研報告書「調査法や施工法の精度・品質に応じた道路橋下部構造の信頼性評価技術に関する研究」(2013～2015) ・土研報告書「軟弱地盤上に設置された道路橋基礎の健全度評価に関する研究」(2013～2016)	・鉄連公募「変形を受けた鋼管杭の残存耐力の評価」(2012) ・鉄連公募「港湾構造物での鋼管杭の耐荷力評価に関する研究」(2013) ・鉄連公募「M-φモデルの高度化による杭式構造物の耐震性能照査の合理化」(2014) ・鉄連公募「局部座屈崩壊する鋼管杭を対象としたコンクリート充填鋼管杭頭部のずれ止め効果と終局限界耐力評価」(2017)		・鋼管杭の塑性変形性能を考慮した評価および設計手法の検討がなされ、港湾、建築分野では基準や指針にも成果が反映されている。	
基礎 (鋼矢板)	耐震	強度 靱性 省力化	二次元有効応力解析(FLIP解析)による透水を考慮した矢板式岸壁の耐震性評価や液状化地盤における既設杭基礎シートパイル補強工法に関する解析的検討がなされている。			・日鉄技報「巨大地震および津波遡上に対する海岸堤防・防潮堤のソリューション技術」(2015)	鋼矢板を用いた橋梁基礎や港湾堤防の耐震性、補強効果に関する研究・実用化が進められている。
	防災				・鉄連公募「鋼材を用いた河川堤防の強化対策工法の有用性実証に関する総合研究」(2011～2012)	・鋼矢板を用いた河川堤防や道路盛土の耐震補強、耐津波対策に関する研究が進められている。	
	新構造 新工法	軽量化 施工性向上 大深度			・鉄連公募「鋼材を用いた堤防や道路盛土の新たな耐震対策法の検討」(2011) ・鉄連公募「鋼矢板を用いた多段階地下水位低下による液状化抑止工法の開発」(2012) ・鉄連公募「鋼矢板と蛇籠による防波堤の耐震・耐津波補強工法の構築」(2012～2014)	・日鉄技報「ハット形鋼矢板のラインナップ拡充(NS-SP-45H・50H)」(2015) ・日鉄技報「鋼矢板と鋼管杭を組み合わせた新しい鋼製壁体「コンビジャイロ工法®」の開発」(2015) ・JFE技報「鋼矢板を用いた高性能の成壁構築技術J-WALL® IIの開発」(2019)	・また個社単位では新しい壁構造形式の工法開発も進められている。
	環境	遮水			・鉄連公募「海面埋立処分場跡地に打設される鋼管杭と廃棄物層の物理化学的相互作用に関する実験的検討」(2011～2012)	・JFE技報「ポケット付遮水鋼製壁」Jポケットパイル®の陸域への適用拡大」(2013)	・土壌汚染地区での鋼管杭、鋼矢板の適用技術に関する研究や実用化が進められている。
	性能評価	軟弱地盤 横抵抗			・鉄連公募「軟弱粘性土地盤にある杭の横抵抗評価に関する模型実験および数値解析」(2015～2016)		
鋼構造 加工建材	地下	本体利用 省スペース	仮土留めを本体利用した開削トンネルの地震時挙動に関する基礎的検討がなされている。			・日鉄技報「ソイルセメント鋼製地中連続壁の開発と実用化」(2015) ・JFE技報「都市型圧入ケーソン「アーバンリング工法®・アーバンウォール®工法」」(2019) ・JFE技報「角形鋼管切梁「Ecoラム®工法」の開発」(2019)	・都市部の用地制約の厳しい環境下での土留構造や重仮設工の合理化、実用化が図られている。
	防災	堰堤 護岸 岸壁	・鋼板セル式岸壁の遠心場模型実験のシミュレーションが発表されている。		・鉄連公募「単位体積重量と強度を制御した人工地盤材料と鋼材を組み合わせた粘り強い沿岸鋼構造物の開発」(2013～2014)	・神鋼技報「グリッドネットTM(小礫対応格子形堰堤)の開発と現地施工」(2015) ・神鋼技報「鋼製透過型砂防堰堤(格子形-2000C)の段階施工方法」(2015) ・神鋼技報「上部フレア護岸TMによる既設護岸の老朽化対策工法」(2015) ・JFE技報「JFEエンジニアリングの鉄構インフラ商品」(2019)	・大規模化する地震や洪水に対して、合理的な鋼構造の研究、実用化が図られるとともに既設構造の老朽対策技術の検討も進められている。
防食	長寿命化	耐衝撃性 耐久性			・鉄連公募「海中および海底土中における鋼構造物の腐食性状の再評価と長寿命化方策の提案」(2014～2015) ・鉄連公募「新設港湾鋼構造物の腐食を防止する新設溶射被膜の開発」(2017)	・日鉄技報「チタンカバナーによる港湾鋼構造物の高耐久防食技術」(2016)	・従来よりも長寿命化、ライフサイクルコストの低減が期待できる高耐久性が期待できる防食技術の研究が進められている。
	測定評価	ハルス電流 画像解析 耐荷力評価			・鉄連公募「パルス渦電流を用いた港湾鋼構造物の板厚測定に関する調査研究」(2011) ・鉄連公募「鋼材腐食および電気防食設計の高度化のための海水中の防食環境評価手法の開発」(2011～2012) ・鉄連公募「画像解析による腐食鋼板の三次元形状復元とそれによる残存強度の定量的評価」(2012～2013) ・鉄連公募「パルス渦電流による板厚測定データを用いた鋼管杭の耐荷力評価、腐食凹凸と測定データの相関性」(2012～2014)		・既設鋼構造の腐食状況、健全性評価を図るための計測、測定技術に関する基礎的な研究が進められている。

大分類	中分類	キーワード	概要			成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	
	劣化診断	乾湿繰返し被覆防食	・海峡部橋梁の鋼ケーソンにおける塗装と併用した電気防食の現状調査や明石海峡大橋主塔基礎鋼ケーソンの腐食調査など、長期供用されている鋼ケーソン構造の健全性評価がなされている。		・鉄連公募「乾湿繰返し腐食環境下における鉄鋼材料の環境強度劣化機構の解明」(2014~2015) ・鉄連公募「港湾構造物に適用される被覆防食法の劣化進展モデルの構築と維持管理手法の確立に関する研究」(2016~2017)	・長期供用されている鋼構造の防食健全性、劣化状況に関する調査と維持管理に向けた手法の検討が進められている。
SBHS・新素材		SBHSの構成則、繰返し載荷実験、座屈・耐荷力	・SBHSについて、引張試験、圧縮試験、残留応力の計測、はり・柱部材の載荷実験が行われ、材料特性、構造物への適用性が評価された。		・鉄連公募「橋梁用高性能鋼材のための繰返し材料構成則の構築と鋼橋の耐震性能評価手法の提案」(2011) ・鉄連公募「SBHS適用を視野に入れた鋼I桁の曲げ耐荷力基準曲線の改訂に関する検討」(2013) ・鉄連公募「SBHS500を用いた鋼部材の横倒れ座屈強度に関する実験的研究・両縁支持板の耐荷力に関する研究」(2013) ・鉄連公募「SBHSを用いたハイブリッド鋼I桁の曲げ耐荷力性状に関する実験的検討」(2015) ・鉄連公募「SBHS400の構成則の提案および解析によるSBHS400を用いた鋼構造物の耐力および変形性能に関する基礎検討」(2014-2015) ・鉄連公募「SBHS400を用いた自由突出板の耐荷力特性、変形能に関する研究」(2016-2017) ・鉄連公募「道示改定に向けたSBHS鋼I桁の耐荷力性状に関する検討」(2017)	
		ステンレス鋼の構成則、溶接箱断面、ハイブリッド桁	・ステンレス鋼の溶接箱断面、補剛材、ハイブリッド桁の座屈耐荷力の実験が行われ、終局強度評価法が検討された。	新設橋の品質・信頼性向上の構築に関する研究(鋼構造)(2016-2021)		
		アルミニウム合金の部材の圧縮・曲げ・せん断特性	・アルミニウム合金の桁部材、短柱部材の載荷実験が行われ、その終局強度評価法が検討された。			
		粉末冶金素形材製造			・橋建協 事業報告 技術委員会 設計小委員会 (2020.4) 耐久性向上のための高機能鋼材の道路橋への適用に関する研究(土研、PC建協、鋼構造協会)	・IHI技報Vol.59 No.1 (2019) 粉末冶金に基づいた素形材製造技術で製造されたものは、鋳造品や鍛造品とは材料組織や特性が異なるため、製造プロセス条件と材料組織や特性の関係について理解することが重要である。 MIM プロセスおよびAM プロセスにより試作した素材の材料組織、および材料特性に関する評価結果を報告する。
材料		高力ボルト、摩擦接合	・導入軸力・残存軸力の計測、摩擦面(表面粗さ、無塗装、耐候性鋼、無機ジंक、金属溶射)、長孔、板厚、部材長、ボルト締めによる影響が実験的に検討された。 ・部材としての協働作用、総すべり、間接連結板、多列・極厚、連結板の断面欠損、高力ボルトの腐食に関する評価が行われた。	構造の合理化・多様化に対応した鋼橋の部分係数設計法に関する研究(2014-2018)	・鉄連公募「高力ボルト摩擦接合継手のすべり耐力評価試験法の構築と品質確保基準に関する研究」(2012-2013) ・鉄連公募「腐食高力ボルト継手の実用的な残存軸力評価に関する研究」(2013-2014)	
		高力スタッドボルト、ワンスライドボルト、スレッドローリングねじ	・既設部材、現場接合への適用を目的として、片側施工が可能な接合方法(高力スタッドボルト、ワンスライドボルト、スレッドローリングねじ)が検討された。			・川田技報Vol.39 2020 高強度スタッドボルトを用いた合成床版の合理化継手の開発。 ・導入軸力を110kN、設計軸力を110kNとしてすべり試験を行った結果、すべり係数が0.45を上回り、十分なすべり係数を確保することができた。 ・スタッドボルトを用いた摩擦接合継手は適用可能である。 今後の課題として、スタッド溶接による変形のモデル化およびスタッドボルト溶着部の材料特性を考慮したモデル化が挙げられる。
		当て板	・既設鋼構造の補修・補強に用いる当て板工法の曲げ部材、軸力部材(引張・圧縮)、ストップホール、桁端欠損部、片面、不陸修正への適用性が検討された。 ・合理的な接合方法として、接着・スタッドボルト併用が検討された。	道路橋桁端部における腐食対策に関する研究(2011-2015)	・鉄連公募「補強部材をボルト接合する鋼部材の耐震補強工法と解析モデル化手法」(2011) ・鉄連公募「スタッドボルト接合を併用した鋼板当て板接着補修法」(2013) ・鉄連公募「高力ボルト接合と接着接合の併用による当て板補修の開発」(2016-2017) ・鉄連公募「高力ボルト鋼板当て板補修部における荷重伝達機構の解明」(2016-2017)	
	CFRP接着	・既設鋼構造の補修・補強に用いるCFRP接着工法の曲げ部材、軸力部材(引張・圧縮)、き裂補修、断面欠損した部材(連結板近傍、トラス格点部)、耐震補強への適用性が検討された。 ・接着接合部のはく離強度の評価方法、線膨張係数差(熱応力)の影響、が検討された。		・鉄連助成「炭素繊維シートの真空含浸接着による溶接接合部の疲労強度向上に関する研究」(2017)		

大分類	中分類	キーワード	概要				成果・残課題
			土木学会全国大会概要集	土木研究所ほか	協会	個社	
	耐震	ダンパー	・各種ダンパー(摩擦型, 速度依存型, 粘性型, 負剛性摩擦型, せん断パネル型, 鋼管ねじり型, 鋼製ペローズ型, 軸降伏型, 慣性接続要素)が提案され, その適用性が実験的に検討された。				
		支承構造	・種々の支承構造(免震支承, 球面すべり支承, ゴム支承, 反重力すべり支承, ピボット支承, 超弾性合金, ノックオフ構造)が提案され, その適用性が実験的に検討された。				
その他	ICT	BIM/CIM 3次元モデル			・橋建協 事業報告 技術委員会 設計小委員会 (2020.4) BIM/CIM推進委員会, 活用促進WGにて事例の検証(技術調査課・国総研, 建コン協, JACIC)	・川田技報Vol.39 2020 BIM/CIMは, 3次元モデルを中心に関係者間で情報共有することで一連の建設生産システムの効率化・高度化を図る。 ・地形の3次元化 ・専用3次元CADシステムによるモデル生成 ・BIM/CIMでの活用および流通基盤 ・MRやVR機器による表現	・日々増加するデータから特性や情報を抽出するにあたり, データビジュアライゼーションやAI技術の導入を推進。 ・ドローンやロボットと3次元モデルの情報を関連付けすることで情報価値を高める。
		AI技術 生産性向上				・宮地エンジニアリングGr 中計(2019-2021) コスト削減, 生産性向上	・ICTやAI技術の活用, 女性の活用などにより, 工場, 架設現場における更なる生産性向上・作業効率向上, 担い手確保を図る。
	設計	落石防護, 衝撃問題	落石防護を目的とした網・柵を対象に実験・解析が行われ, 耐衝撃性能が検証されている。				
	耐震	タンクのスロッシング, ロッキング, バルジ 鉄塔	流体貯蔵タンクの地震時挙動のスロッシング, ロッキング, バルジに着目した再現実験が行われ, 耐震対策が検討されている。 ・送電鉄塔の形式別の地震時挙動が検討された。 ・送電鉄塔の震対策として, ダンパー, 制振ブレースの設置効果が検証された。 ・送電鉄塔の部材の腐食欠損が耐荷力に及ぼす影響が検討され, 補修方法も提案された。				